

Analisis Redesign Pembangkit Listrik Pico Hidro BFWS Melalui Modifikasi Sistem Transmisi Gear

Muhammad Dian Saputra^{1,*}, Heri Suropto¹, Purwo Subekti¹

¹Teknik Mesin, Universitas Pasir Pengaraian, Pasir Pengaraian

INFO ARTIKEL

Tersedia Online 25 April 2023

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik secara nasional terus meningkat namun ketersediaan yang belum merata. Pembangkit listrik tenaga air sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai solusi krisis energi listrik. Piko hidro merupakan pembangkit yang sangat murah dan efisien dalam pengembangannya terkhusus di daerah terpencil. Penelitian ini akan menganalisis redesign pembangkit listrik tenaga piko hidro yang telah diteliti oleh peneliti terdahulu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan cara pengamatan dan pencatatan data-data yang di tunjukkan pada alat ukur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya output yang dihasilkan dari redesign pembangkit listrik ini adalah sebesar 200,6 watt pada putaran generator 1906,52 rpm, dengan efisiensi sebesar 85%. Pengujian dari redesign pembangkit listrik piko hidro ini menunjukkan hasil yang meningkat dari pembangkit sebelumnya sebesar 125 watt menjadi 200,6 watt.

Kata kunci: Piko hidro; Redesain; Metode Eksperimen, Daya output

E – MAIL

m.diansaputra@gmail.com

ABSTRACT

The need for electrical energy nationally continues to increase but the availability is not evenly distributed. Hydroelectric power plants have the potential to be developed as a solution to the electricity crisis. Piko hydro is a generator that is very cheap and efficient in its development, especially in remote areas. This study will analyze the redesign of pico hydro power plants that have been studied by previous researchers. The method used in this study is an experimental method by observing and recording the data shown on the measuring instrument. The test results show that the output power generated from the redesign of this power plant is 200.6 watts at 1906.52 rpm generator rotation, with an efficiency of 85%. Tests of the redesign of this pico hydro power plant showed increased results from the previous generator of 125 watts to 200.6 watts.

Keywords : Pico hydro; Redesign; Experimental Method, Output power

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat saat ini. Sebagai negara konsumen tertinggi di ASEAN, Indonesia menyumbang 36% dari total kebutuhan energi. Total konsumsi Energinya 66% lebih tinggi dari Thailand, yang menempati urutan kedua dan 50 kali lipat dari Brunei Darussalam. Krisis energi yang dikenal sebagai "peak oil" yang secara internasional disebabkan oleh kelangkaan bahan bakar minyak membuat pemerintah mengambil kebijakan di bidang energi, antara lain dengan disahkannya Keppres No. 43 tentang Konservasi Energi Tahun 1991 dan Keppres No. 10

tentang penghematan Energi tahun 2005. Pada saat yang sama, status sumber energi alternatif yang dapat menopang keberadaan energi fosil Indonesia semakin menurun, dan keberadaan sumber energi alternatif tidak dimanfaatkan secara optimal. Konsumsi energi nasional saat ini terdiri dari BBM: 52,50%; gas: 19,04%; batubara: 21,52%; air: 3,73%; panas bumi: 3,01%; dan energi baru: 0,2%. Oleh karena itu pemanfaatan energi saat ini sudah mengarah pada pemanfaatan energi terbarukan yang ada di alam. Energi terbarukan adalah energi dari "proses alam yang berkelanjutan", seperti energi matahari, energi angin, aliran sungai yang dihasilkan oleh proses biologis, dan energi panas bumi [1].

Pembangkit listrik tenaga air adalah salah satu dari lima sumber energi terbarukan terbesar. Potensi sumber daya PLTA sebesar 75 GW, dan tingkat pemanfaatannya sebesar 6,08 GW atau setara dengan 8,1%. Potensi air sebagai sumber energi terutama digunakan untuk penyediaan listrik melalui tenaga air dan tenaga PICO Hydro. Tumbuhan. Penggunaan air sebagai pembangkit listrik terus berkembang dalam skala besar, menengah dan kecil. Pada pembangkit listrik kecil, energi Hydro dapat digunakan oleh turbin yang menggunakan energi dari aliran air. Pembangkit listrik tenaga PICO Hydro dengan kapasitas beberapa watt hingga 1 kilowatt, pembangkit listrik tenaga PICO hydro dengan kapasitas 1.100 kilowatt, dan pembangkit listrik tenaga air kecil berkapasitas 100 kilowatt hingga 1 megawatt. Tenaga air adalah energi dari aliran air, yang digunakan untuk memutar turbin yang dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik. Untuk memutar turbin diperlukan jumlah air yang konstan sehingga tegangan yang dihasilkan oleh putaran turbin yang membuat putaran generator juga konstan. Pembangkit listrik adalah bagian dari peralatan industri yang digunakan untuk menghasilkan dan membangkitkan tenaga listrik dari berbagai sumber energi, seperti PLTU, PLTN, PLTA, PLTB, PLTG, PLTS, PLTSA.[2]

Sementara itu energy air dengan tinggi jatuh dan debit kecil belum banyak di manfaatkan, padahal di beberapa wilayah Indonesia punya potensi yang cukup besar untuk di kembangkan pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi jatuh dan debit kecil (micro hydro) tidak terkecuali potensi energy yang ada di daerah universitas pasir pengaraian. Lingkungan universitas pasir Pengaraian dapat dijadikan pembangunan instalasi pembangkit listrik tenaga PICO hydro (PLTPH) jenis kincir air tipe overshot sebagai salah satu sumber energy terbarukan dapat memberikan manfaat untuk memenuhi kebutuhan energy listrik. Selain konstruksi sederhana dan perawatan mudah kincir air juga ramah lingkungan.[3]

Inovasi lain terkait pengembangan dan peningkatan kinerja pembangkit listrik juga telah dilakukan, penelitian ini menghasilkan daya listrik pada mitra (1) sebesar 180-300 watt dan mitra (2) sebesar 180-300 watt, sehingga dapat mensuplai kebutuhan listrik yang digunakan untuk beban lampu penerangan rumah sehari-hari [4]. Kemudian [5] melakukan optimasi terhadap kincir crossflow pembangkit listrik tenaga mikro hidro, hasil

pengujian menunjukkan bahwa daya maksimum sebesar 42,5 kW dari daya sebelumnya sebesar 34,5 kW.

II. MATERIAL DAN METODE

2.1 Material

1. Kincir *undershot*



Gambar 1. Kincir *undershot* [6]

2. Tower



Gambar 2. Tower [6]

3. Generator listrik



Gambar 3. Generator listrik [7]

4. Voltmeter



Gambar 4. Voltmeter [8]

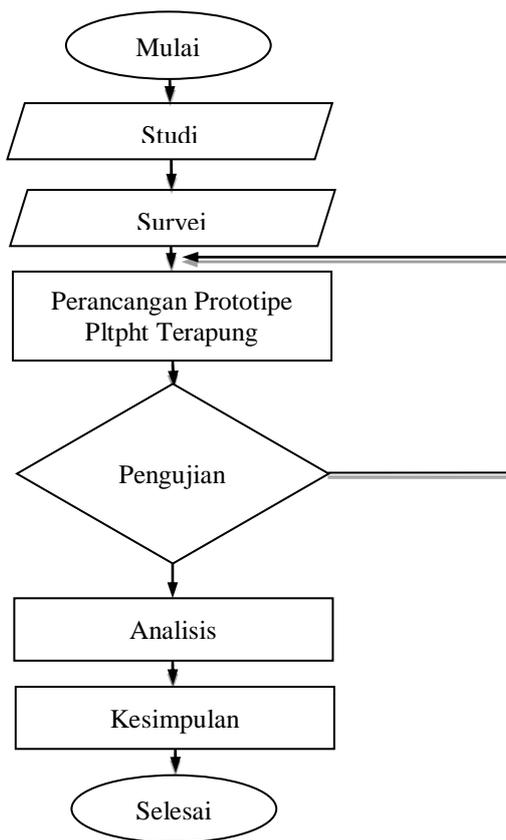
5. Transmisi



Gambar 4. Voltmeter [9]

2.2 Metode

Penelitian ini akan menganalisis redesain kinerja prototype pembangkit listrik tenaga PICO hydro seperti tabel 3.1 analisis di lakukan dengan cara pengujian dengan menggunakan metode eksperimen.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

2.2.2 Daya Air (P)

Untuk menghitung daya air pada kincir dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:[10]

$$P = \rho \times Q \times g \times h$$

Dimana :

P = daya air (watt)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Q = debit air (m^3/s)

h= beda ketinggian air (m)

2.2.3 Gaya Tangensial Pada Kincir (F)

Untuk menghitung gaya tangensial pada kincir dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:[11]

$$\dot{m} = \rho \times Q$$

$$F = \dot{m} \times v$$

F= gaya tangensial (N)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

Q = debit air (m^3/s)

V= kecepatan aliran (m/s)

\dot{m} = massa aliran air (kg/s)

2.2.4 Torsi (T)

Untuk menghitung torsi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:[12]

$$T = F \times R$$

Dimana:

T = torau (Nm)

F= gaya tangensial (N)

R= jari-jari kincir (m)

2.2.5 Kecepatan Anguler (ω)

Untuk menghitung kecepatan anguler dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:[13]

$$\omega = \frac{2\pi.n}{60}$$

Dimana:

ω = kecepatan anguler (rps)

π = phi (3,14)

n = putaran turbin (rpm)

2.2.6 Daya Mekanik Kincir (Pd)

Untuk menghitung daya mekanik kincir dapat menggunakan persamaan berikut:[14]

$$Pd = T \cdot \omega$$

Dimana:

Pd = daya mekanik kincir air (watt)

T = torsi kincir air dalam(Nm)

ω = kecepatan anguler (rps)

2.2.7 daya yang dihasilkan generator (Pgen)

Untuk menghitung daya yang di hasilkan generator dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:[12]

$$P_{gen} = P_{mk} \times \eta_g$$

Dimana:

Pgen = daya yang dihasilkan generator (watt)

Pmk = daya mekanik kincir (watt)

η_g = efisiensi generator (0,8-0,95%)

2.2.8 Efisiensi kincir

Untuk menghitung efisiensi kincir dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:[15]

$$\eta = \frac{P_{kincir}}{P_{air}} \times 100\%$$

Dimana:

η = efisiensi kincir (%)

P_{kincir} = daya mekanik kincir (watt)

P_{air} = daya air (watt)

2.2.9 putaran transmisi

Untuk menghitung putaran transmisi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut[16]

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \times n_1$$

Dimana:

Z1= jumlah gigi *sprocket* penggerak (buah)

Z2= jumlah gigi *sprocket* yang digerakkan

(buah)

n1= putaran *sprocket* penggerak (rpm)

n2= putaran *sprocket* yang digerakkan (rpm)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daya Air (P)

$$P = \rho \times Q \times g \times h$$

$$P = 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times$$

$$0,0005 \text{ (m}^3\text{/detik)} \times 10 \text{ (m}^3\text{/s)} \times 1,5 \text{ (m)}$$

$$P = 7,5 \text{ (watt)}$$

3.2 Gaya Tangensial Pada Kincir (F)

$$\dot{m} = \rho \times Q$$

$$\dot{m} = 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times 0,0005 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\dot{m} = 0,5 \text{ (kg/s)}$$

$$F = \dot{m} \times v$$

$$F = 16 \text{ (kg/s)} \times 0,24 \text{ (m/s)}$$

$$F = 3,94 \text{ (N)}$$

3.3 Torsi (T)

$$T = F \times R$$

$$T = 3,94 \text{ (N)} \times 0,468 \text{ (m)}$$

$$T = 890,15 \text{ (Nm)}$$

3.4 Kecepatan Anguler (ω)

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

$$\omega = \frac{2,3,14,411}{60}$$

$$\omega = 143,50 \text{ rps}$$

3.5 Daya Kincir (Pd)

$$P_d = T \times \omega$$

$$P_d = 1,84 \text{ (Nm)} \times 43,54 \text{ (rps)}$$

$$P_d = 97,50$$

3.6 Daya yang di hasilkan generator (Pgen)

$$P_{gen} = P_{mk} \times \eta_g$$

$$P_{gen} = 79,51 \text{ (watt)} \times 0,85(\%)$$

$$P_{gen} = 67,57 \text{ (watt)}$$

3.7 Efisiensi kincir (η)

$$\eta = \frac{P_{kincir}}{P_{air}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{79,5}{7,5} \times 100\%$$

$$\eta = 0,85 \%$$

3.8 Putaran transmisi

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \times n_1$$

$$n_4 = \frac{z_1}{z_2} \times n_3$$

$$n_2 = \frac{44}{19} \times 15 \text{ (rpm)}$$

$$n_4 = \frac{44}{19} \times 80,42 \text{ (rpm)}$$

$$n_2 = 34,73 \text{ (rpm)}$$

$$n_4 = 186,24 \text{ (rpm)}$$

$$n_3 = \frac{z_1}{z_2} \times n_2$$

$$n_5 = \frac{z_1}{z_2} \times n_4$$

$$n_3 = \frac{44}{19} \times 34,73 \text{ (rpm)}$$

$$n_5 = \frac{44}{19} \times 186,24 \text{ (rpm)}$$

$$n_3 = 80,42 \text{ (rpm)}$$

$$n_5 = 431,26 \text{ (rpm)}$$

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis terhadap kinerja prototipe PLTPH aliran jatuh dengan variasi bukaan katup 1/2, 3/4, bukaan full maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut untuk putaran kincir, putaran roda gigi generator, dan gaya generator tertinggi didapat pada bukaan katup penuh yaitu putaran kincir 30 rpm, putaran gigi pada generator 1906,52 rpm, dan daya yang dihasilkan sebesar 200,6 watt

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. T. Mesin, F. Teknik, and U. Riau, "PENGUJIAN PRESTASI KINCIR AIR TIPE OVERSHOT DI IRIGASI KAMPUS," vol. 4, no. 1, pp. 2–6, 2017.
- [2] D. D. R. Andhika, H. Hairullah, and ..., "... Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Menggunakan Turbin Archimedes Screw Bilah Lima Dengan Sistem Pengontrolan Inlet ...," 2021.
- [3] 2020 Uyun dkk, "Rancang bangun low head turbin piko hidro," *J. Sains ...*, vol. X, no. 1, pp. 67–79, 2020.
- [4] J. Desember, S. Sukamta, and A. Kusmantoro, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur," vol. 5, no. 2, pp. 58–63, 2013.
- [5] M. Pancoko, A. Nugroho, D. Priambodo, and T. Setiadipura, "Design study of a straight tube bundle steam generator for reaktor daya eksperimental," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 531–540, 2018.
- [6] H. Suropto, S. Anwar, Aprizal, " Optimasi Perancangan Turbin Crossflow Terhadap Sudut Masuk Blade Runner untuk Micro

Hydro Power Plant dengan Analisis CFD"
Vol. 22, No. 1, 2020

- [7]. H. Suropto, S. Anwar, "Desain dan Pengembangan Prototipe Alat Uji Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan Back Flow Water System", Vol. 5, No. 2, 2020
- [8] T. Wahyudi, M. I. Arsyad, and M. Ivanto, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Aliran Arus Sungai," vol. 3, no. 1, pp. 87–91, 2022.
- [9] D. Marganingrum and Y. Sudrajat, "Estimasi Daya Dukung Sumber Daya Air di Pulau Kecil (Studi Kasus Pulau Pari)," *J. Wil. dan Lingkungan.*, vol. 6, no. 3, p. 164, 2018, doi: 10.14710/jwl.6.3.164-182.
- [10] J. Yohanes Morong, "Rancang Bangun Kincir Air Irigasi Sebagai Pembangkit Listrik di Desa Talawaan," *Kementeri. Ris. Teknol. Dan Pendidik. Tinggi Politek. Negeri Manad.*, pp. 1–35, 2016.
- [11] B. A. B. Iii, "Bab iii metodologi 3.1," pp. 16–21, 1976.
- [12] A. Muliawan and A. Yani, "Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat," *J. Sainstek*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2016.
- [13] S. S. A. P. U. T. R. A. Siagian, "Propeller Pada Wind Tunnel."
- [14] M. Harahap, "Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator," *Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 71–76, 2021.
- [15] M. Z. Kadir and Bambang, "Pengaruh Tinggi Sudu Kincir Air Terhadap Daya Dan Efisiensi Yang Dihasilkan," *Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin*, pp. 13–15, 2010.
- [16] R. N. Selan, E. U. . Maliwemu, and K. Boimau, "Perancangan Sistem Transmisi Mesin Pencacah Sampah Plastik dengan Putaran Mesin 2800 RPM," *Al-Jazari J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 27–38, 2021, doi: 10.31602/al-jazari.v6i1.5014.